SAFETY OMRON
SAFETY INFORMATION オムロンをご愛顧頂いています皆様へ ダイジェスト OMRON
2004/06/25
発行元: オムロン株式会社　営業統轄事業部　広域営業部　セーフティ・インフォメーション担当

CONTENTS

ジャンル	掲　載　内　容	掲載ページ	掲載号
規格関連情報	ISO12100正式発行	1	21
	機能安全（IEC61508）と安全度水準（SIL）について	1	特別号
	米国産業用ロボット規格（ANSI/RIA）について	2	5
	機械の包括的な安全基準に関する指針について	2	6
	北米規格について	3	2
	安全確保のための 機械の使用上の情報開示に関するガイドラインについて	3	11
	中国強制認証制度（CCC）について	4	13
	SEMIについて	4	1、14
用語解説	非対称故障特性	5	8
	冗長系	5	9
	異種冗長性	6	10
	自動監視	7	11
	FMEA	8	21
	FTA	8	22
	エンクロージャーの保護等級（IPコード）	9	16
	故障除外事項	9	18
	停止カテゴリー	10	15
豆知識	色の意味	11	20
	最小検出物体と安全距離	11	20
	人体検出用途への安全対策	11	2
	侵入検知／存在検知	12	17
	存在検知	12	9
	電気用図記号	13	19
	コンジット口について	13	21
	故障除外事項の具体例	14	22
	多接点SWの活用（モニタリング）	14	15
Q&A	PLCで非常停止回路を構成して良いですか?	15	17
	セーフティスイッチと一般スイッチの違いは?（強制開離機構について）	16	7
	セーフティリレーと一般リレーの違いは?（強制ガイド機構について）	16	8
	セーフティライトカーテンの設置基準（安全距離について）	17	4
	両手操作機器の規格について	18	12
	プラスコモン入力とインバース入力の違いは?	18	19
	欧州のリスクアセスメントに関する規格について	19	3
	無効化の対策について	19	5
労働安全関連情報	労働災害率	20	18
	ハードの対策強化	20	16
	労働安全衛生マネジメントシステムの概要	21	6
	安全の投資対効果	21	2
	国際労働機構（ILO）のOHSMSガイドライン	21	2

ISO12100正式発行

あたらしい安全のパラダイム:ISO12100

2003年11月ついにISO12100-1および-2が国際規格として正式に発行されました。ISO12100はこれまで機械安全の基本概念として日本でも参考にされてきた欧州規格:EN292-1および-2の事実上の国際化です。この国際規格は同時にJIS化も進められています。

今回の正式発行により2004年中にはJISとして正式に採用される見通しとなりました。これは機械安全=CEマーキング=欧州向け、国内では必要なしといったダブルスタンダードの完全な消滅を意味します。ついに日本国内向けの機械設計も国際規格へのパラダイムシフトを迫られることになります。

■ ISO 12100-1:2003

Safety of machinery -- Basic concepts, general principles for design -- Part 1: Basic terminology, methodology

Edition:	1 (Monolingual)
Number of pages:	33
Technical committee / subcommittee:	TC 199
ICS:	13.110; 01.040.13
Stage:	60.60
Stage date:	2003-11-05

■ ISO 12100-2:2003

Safety of machinery -- Basic concepts, general principles for design -- Part 2: Technical principles

Edition:	1 (Monolingual)
Number of pages:	33
Technical committee / subcommittee:	TC 199
ICS:	13.110
Stage:	60.60
Stage date:	2003-11-05

機能安全(IEC61508)と安全度水準(SIL)について

IEC61508(機能安全)のSIL(安全度水準)について テュフプロダクトサービス様にインタビューしました。

IEC61508

管理要求	構造要求	
ライフサイクル	ハード	ソフト
文書化	SIL(安全度水準)	
組 織	故 障	エラー

IEC61508は、個別規格の制定と促進を目的とする、規格策定の為の規格です。そのため安全尺度の包括的規定を有するものであり、ライフサイクルを通じた管理要求とソフトウェア、ハードウェア両面の構造要求から構成されています。

安全度の目標水準を定めるためにSIL(安全度水準)の概念を用いており、許容レベルの危険に対しては取り扱っていません。

SIL(安全度水準)とは、IEC61508の構造要求の定義づけのための概念のひとつです。安全機能が必要とされるときに、安全機能に対する期待の度合いであり、安全機能が動作する際に生じる目標機能失敗尺度を基に安全レベルの水準を定義したものです。1から4までの4段階で定義されており、通常の機械装置の安全制御はSIL2で充分です。

お問い合わせ先

テュフプロダクトサービスジャパン株式会社
EEC部
本社 03-3372-4295
E-mail:safety@tuvps.co.jp
URL:http://www.tuvps.co.jp/

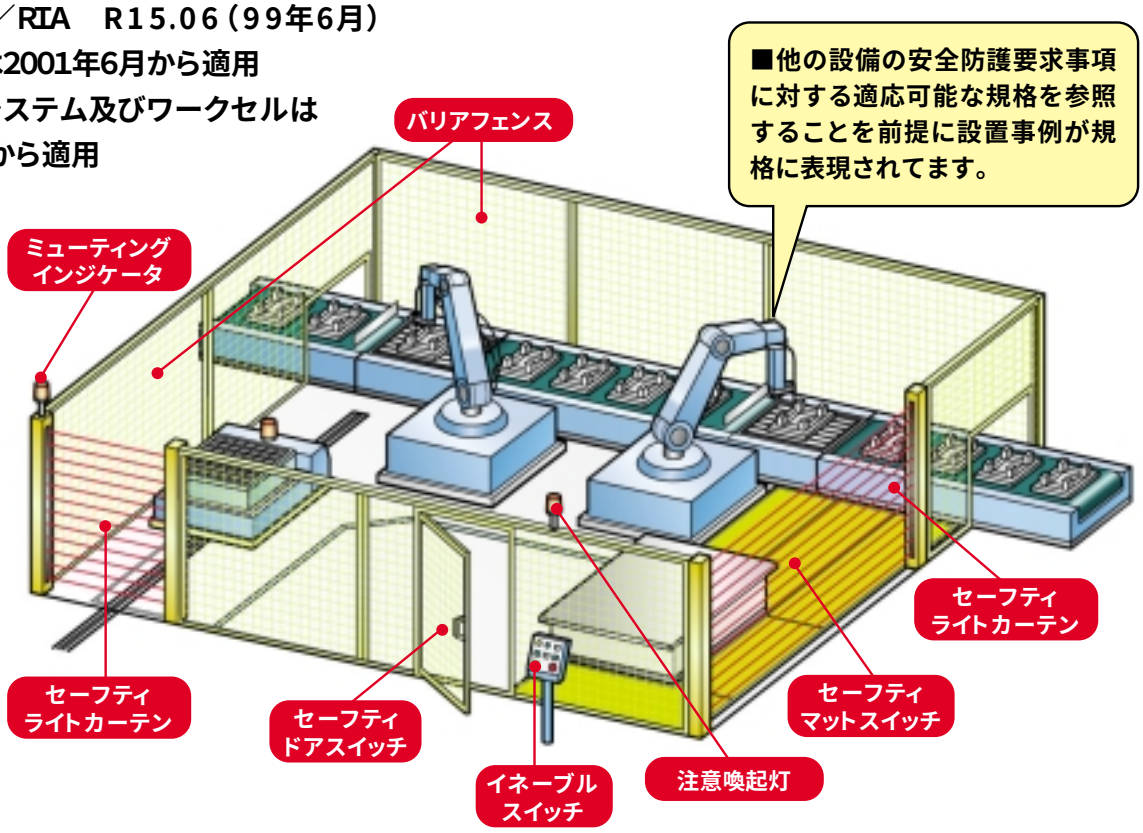
米国産業用ロボット業界も安全性の要求を強化

■ANSI／RIA　R15.06の主な改訂点

① 国際規格(ISO12100/IEC60204)への整合、
② イネーブル装置として3ポジションスイッチの要求
③ 国際規格のリスクアセスメントを部分採用

■米国規格ANSI／RIA　R15.06（99年6月）

・産業ロボットは2001年6月から適用
・産業ロボットシステム及びワークセルは
　2002年6月から適用



機械の包括的な安全基準に関する指針

2001年6月1日に厚生労働省により指針が策定され、指針の周知徹底による労働災害の防止指導が各都道府県から実施されています。

指針の概要

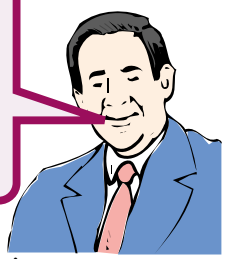
◆指針の目的について
◆指針に基づく機械の安全化の手順
◆リスクアセスメントについて
◆製造者等が行う安全方策について
◆使用上の情報の提供について
◆機械を使用する事業者が行う
　安全方策について

※関連規格（国際規格のJIS化）

● 基本概念／設計
　ISO12100-1/-2 → JISB9700-1/-2 注1
● リスクアセスメント
　ISO14121 → JISB9702 注2

日本版機械指令!?

本指針に沿って機械の安全化を推進することが要求されます。
企業責任として安全な機械装置の設計、導入が問われる時代に変化しています。



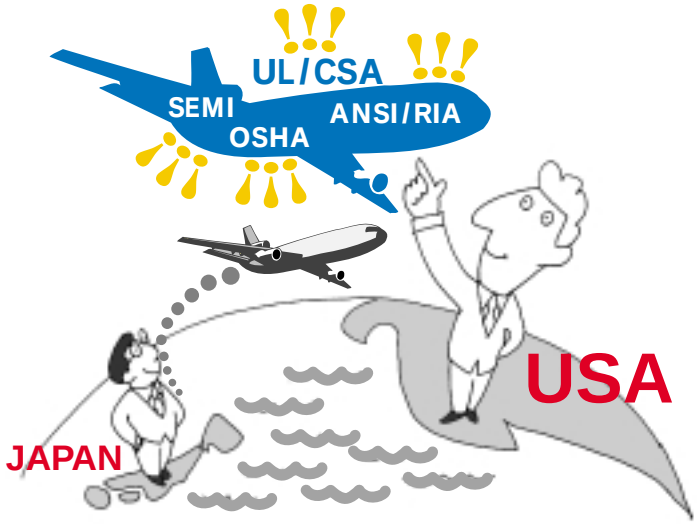
詳細は、中央労働災害防止協会（安全衛生情報センター http://www.jaish.gr.jp）の「法令通達」に掲載されておりますのでご覧ください。

注1）「JIS TR B0008/0009」は正式JISとして本年JISB9700-1/-2で発行される予定です。
注2）2000年11月20日付で発行されております。

北米規格について

質問：私の会社で今回アメリカ向けの機械を作ります。関連する規格は何ですか？

回答：北米に機械を輸出する場合、UL/CSAを満足する必要があります。次に機械の種類による個別規格として、
①半導体装置では SEMIガイドライン、
②産業用ロボットではANSI/RIA（米国産業ロボット協会）、
③機械式プレス等特定機械ではOSHA（米国労働安全衛生管理局）などが 一般的に考えられます。



安全確保のための 機械の使用上の情報開示に関するガイドライン

2001年6月発行の「機械の包括的な安全基準に関する指針」（厚生労働省）を受けて、「安全確保のための機械の使用上の情報開示に関するガイドライン」が制定されました。　（社団法人　産業安全技術協会）
以下機械の安全化の手順の中の一部分を構成します。

① 本質的な安全設計
② 安全防護及び追加の安全方策
③ 使用上の情報の作成

対象：
機械が製造出荷され、
使用を経て撤去・廃棄されるまでの
すべての局面

1. 総則
2. 使用上の情報に関する基本的要求事項
3. 使用上の情報の提供手段及び内容
4. 使用上の情報の提供手段に関する作成及び編集上の注意

恒久的に、機械の寿命を通じて
判読できること。→印刷は不適当。
金属に刻印、さらに溶接等が適当。

例えば
4. 2項　表示に関する作成上の留意事項
4. 3項　標識（絵文字）及び警告表示に関する作成上の留意事項
4. 4項　取扱説明書などの付属文章の作成及び編集上の注意

機械の型式に対応していること。
安全の為の重要な警告などは明示。
安全に関する部分は命令語。

「危険」とだけ
表示したものは使用不可。
「危険の種類と内容」を説明すること。
見た瞬間、直ちに理解できるもの。
「何をすべき」か明確な指示を与えること。
曖昧でないこと。
使用する国の言葉で書く。

シンボルとマークの事例

爆発注意
ISO3864-B3.3

巻き込まれる
ANSIZ535.3

強制製品認証の新規制
中国強制認証制度（CCC認証）スタート

中国での製品認証について、
テュフ・ラインランド・ジャパン株式会社様へインタビューしました。

中華人民共和国の国家質量監督検験検疫総局（AQSIQ）および国家認証認可監督管理委員会（CNCA）が、強制製品認証の新規制CCC（China Compulsory Certification 中国強制認証）を発表しました。
新規制は2002年5月1日より施行されます。現マークのCCEE、CCIBは1年間の移行期間（2003年5月1日）までは有効でその後廃止となります。中国の新製品認証の主な内容は以下のとおりです。

1. CNCAは強制製品認証の管理、履行、中国認証マークの発行、および認証期間の認定の責任機関となります。
2. CCC製品リストは全部で19の製品グループと132のカテゴリーをカバーしています。従来のカタログに記載されていた超音波医療機器の範疇の16のカテゴリーは削除されました。また、建築、建設用安全ガラスの範疇で10のカテゴリーが追加されました。
3. カタログがカバーする製品は次の認証モデルのひとつまたは複数の項目に適用可能です。
（設計評価、型式試験、工場からのサンプル抽出試験・検査、市場からのサンプル抽出試験・検査、製造業者品質保証システム評価、認証取得製品のフォローアップ検査）
4. EMCテストは規制対象品については強制となりました。
また家庭用電気製品および電動工具の要求事項が
厳しくなりました。
5. 新CCCマークは右の図をご参照ください。

CCC

CCC規制対象製品には以下の製品が含まれています。
1.ワイヤー、ケーブル類
2.スイッチ類
3.低電圧電気製品
4.小型モーター
5.電気工具
6.電気溶接機
7.家庭用および同様の電気製品
8.音響機器
9.情報処理機器
10.照明器具
11.テレコム端末機器
12.自動車および安全に関わる部品
13.タイヤ類
14.安全ガラス
15.農業用機械
16.ゴム製品
17.医療機器
18.消防機器
19.防犯装置

お問い合わせ先
TÜV
テュフ・ラインランド・ジャパン株式会社
横浜営業部:045-470-1850　大阪営業部:06-6355-5777　九州営業部:092-845-5359
E-mail : info@jpn.tuv.com　URL : http://www.jpn.tuv.com

SEMIについて

◆SEMIとは
Semiconductor Equipment and Materials Internationalの略で半導体製造装置メーカと材料メーカの国際工業会として1970年に設立されました。
SEMIの発行する安全ガイドラインSEMI S2-0200等は日本から米国向けに半導体製造装置を輸出する時の日本メーカと米国ユーザとの間の売買契約時の安全性評価に使用されています。

◆SEMIと国際規格（ISO／IEC）
2000年2月に発行されたSEMI S2-0200は欧州のEC指令、国際規格を中心に改訂版として発行されました。SEMI適合には欧州向け機械のCEマーキングの要求事項を満たすことがまず必要です。

◆SEMI S2-0200の概要
1 リスクアセスメントにより強制開離機構の部品を使用する。
2 UL認定部品を使用する。
3 非常停止の押しボタンは、赤色、きのこ形で背景は黄色
4 第三者機関による適合評価を基本とする。
5 労働安全報告書には、化学薬品、放射線、レーザー等のリスクアセスメントによる分析結果を含める
6 リスクの削減設計でも危険の除去をできない場合には警告ラベルを使用する。

SEMI S2-0200E 半導体製造装置の環境、健康、安全に関するガイドラインについて

※SEMI（Semiconductor Equipment and Materials International）

SEMI-S2-0200E では、下記の要求事項があります。
●「EMO」あるいは「緊急遮断」「Emergency OFF」のラベルを明示するよう求められています。（12.4）
●緊急遮断ボタンは誤りによる作動を避けるためガードの取り付けあるいは誤操作の起こらない位置に配置することが求められています。（12.5.1）

「機械の包括的な安全基準に関する指針」の本質的な安全方策にかかわる安全技術用語から紹介します。制御システムの故障などによる危険を防止するための規定として、安全上重要な部分には、主に次の安全技術を用いるとしています。

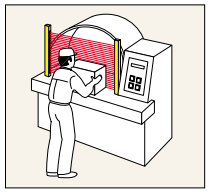
非対称故障特性 | 冗長系 | 異種冗長化構成 | 自動監視

●非対称故障特性についての言葉の意味合いを具体化しましょう。

非対称故障特性とは

システムや構成要素が故障しても、安全側になる確率が、
危険側になる確率よりもはるかに大きいか、安全側にしか動作しないものを言う。
言葉を分かりやすくすると、普通、故障が起きるときの「危険側に故障するか」、
「安全側に故障するか」の確率は、50/50の対称になる。
これを圧倒的に安全側に（100/0）に近づけ、非対称にしようということです。
その代表的な手法が、フェールセーフの構築です。

ー実用例ー



セーフティーライトカーテンのフェールセーフ機能

フェールセーフの例

- **ポジティブ接点を使う。**(強制開離機構のものを使う。)
- **再起動防止回路を使う。**
- **ガード用のインターロックの回路を使う。**
- **相反モードによる監視とする。**(a接点とb接点を使うなど)
- **バックチェック**（a接点の故障を、b接点で監視する。）
  強制ガイド付きのリレー

●オムロン F3SNシリーズ

交通信号機が故障しても
両方青には、ならない。

非対称故障特性 | **冗長系** | 異種冗長化構成 | 自動監視

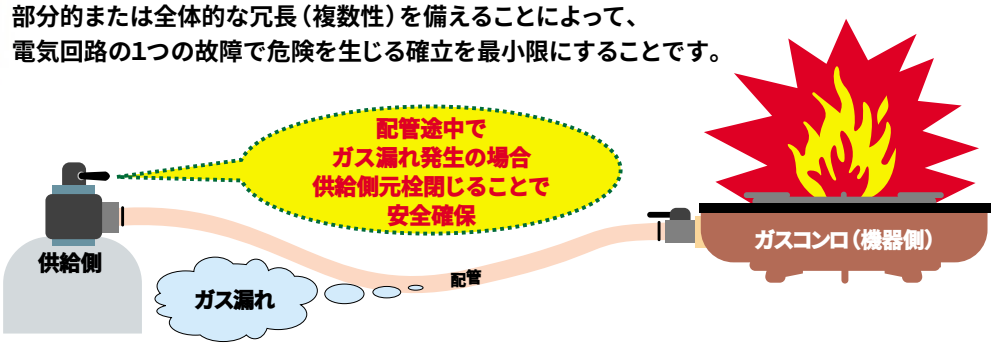
●冗長系についての言葉の意味合いを具体化しましょう。

冗長系とは

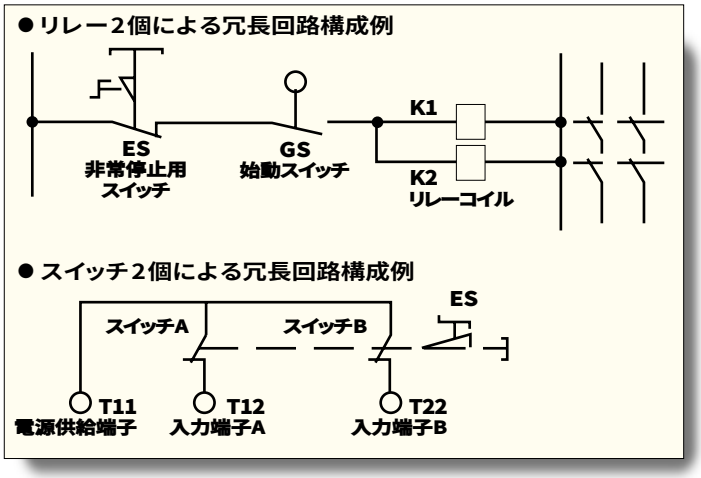
部分的または全体的な冗長（複数性）を備えることによって、
電気回路の1つの故障で危険を生じる確立を最小限にすることです。

身近な事例

ガスの供給側元栓と機器側の
元栓の複性も冗長系と言える
ものでしょう。



実際の電気制御回路においては、2個以上のリレー又はスイッチを並列に組み合わせる事により、1つが故障しても、もう片方が全体の機能を代行できるようにするのが、一般的です。その回路事例を右図に示します。



「機械の包括的な安全基準に関する指針」の本質的な安全方策にかかわる安全技術用語から紹介します。制御システムの故障などによる危険を防止するための規定として、安全上重要な部分には、主に次の安全技術を用いるとしています。

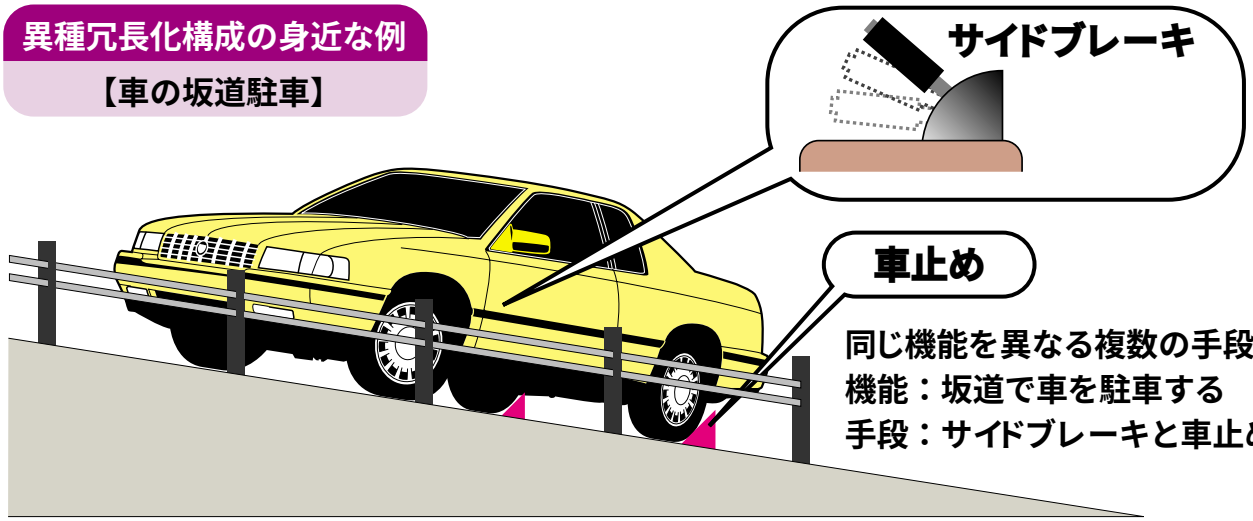
非対称故障特性 | 冗長系 | **異種冗長化構成** | 自動監視

●異種冗長性についての言葉の意味合いを具体化しましょう。

なぜ、異種冗長性が必要なのか？

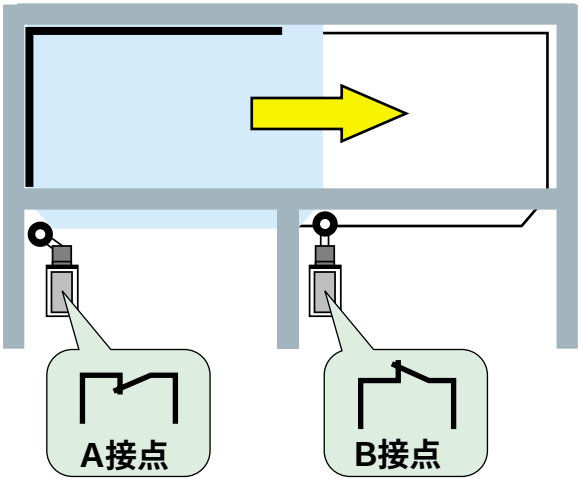
安全回路入力部を同じ部品、同じ方法で使用した場合、共通原因故障が問題となります。
信頼性向上のために冗長性を図っても、共通原因故障のために安全機能が失われる場合があります。
そこで、異種冗長性が必要となってくるのです。異種冗長性とは、冗長化を行う2つ以上の要素を異種の原理や技術で構成し、共通原因故障をできるだけ少なくしようとするものであります。

異種冗長化構成の身近な例
【車の坂道駐車】



同じ機能を異なる複数の手段で実施
機能：坂道で車を駐車する
手段：サイドブレーキと車止め

異種冗長化構成の実用例
【スライドドアの安全検出】



同じ機能を異なる複数の手段で実施
機能：確実な開閉検出
手段：検出方法の違い

「機械の包括的な安全基準に関する指針」の本質的な安全方策にかかわる安全技術用語から紹介します。制御システムの故障などによる危険を防止するための規定として、安全上重要な部分には、主に次の安全技術を用いるとしています。

非対称故障特性 | 冗長系 | 異種冗長化構成 | **自動監視**

●自動監視についての言葉の意味合いを具体化しましょう。

自動監視とは？

装置に自己診断機能を持たせて、装置の故障や異常などの有無を定期的に自動的に確認し、故障や異常等あれば機械を安全側に作動する機能である。

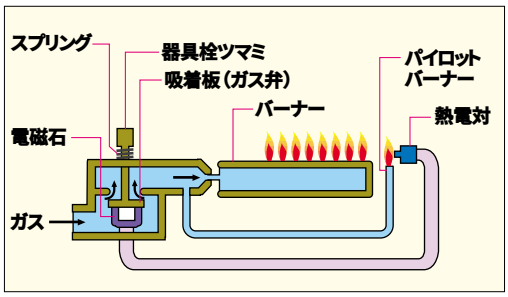
身近な事例

【ガスの立消え安全装置】

煮こぼれや、風などで火が消えたとき、自動的にガスを止めます。

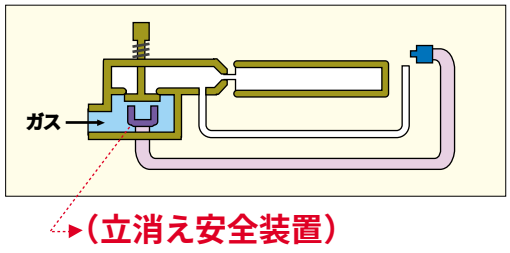
※引用（社）日本ガス協会　ガスの安全紹介

①点火時



バーナーの炎で熱電対を加熱すると熱起動による電流が流れて電磁石が働き、吸着弁（ガス弁）がくっついてガスを通します。

②消火時



バーナーの炎が消えると電流が流れなくなって電磁石が働かなくなり吸着板（ガス弁）が離れてガスをとめます。

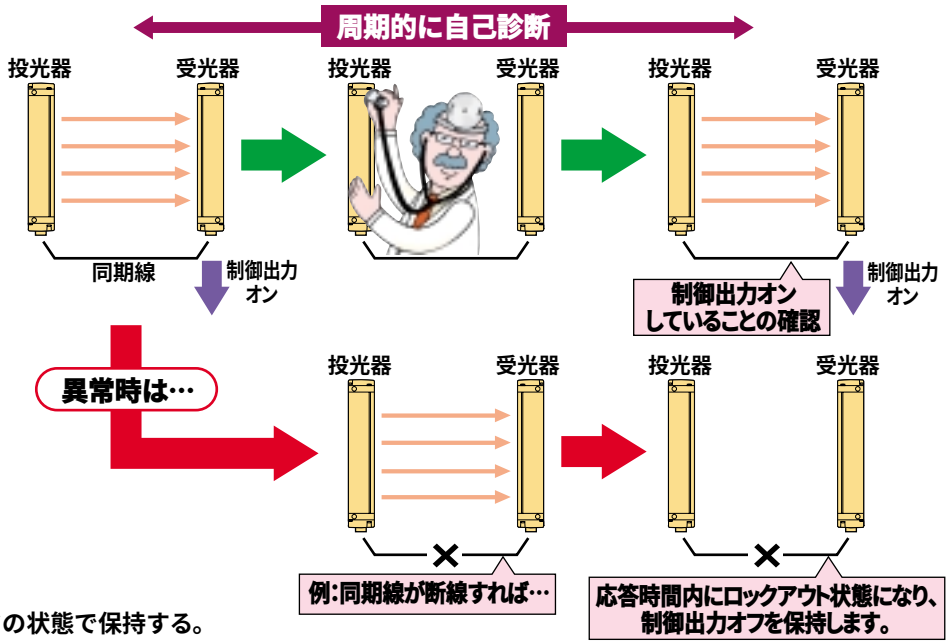
自動監視の実用例

当社ライトカーテンF3SN-Aのセルフテストが挙げられます。

●制御出力の出力波形

センサが入光状態にあるとき、出力回路をテストするために、右図のように制御出力は周期的にOFFされます。

このOFF信号がフィードバックされると、出力回路は正常と診断されます。出力信号にOFFパルス信号が含まれない場合、受光器は出力回路あるいは配線の異常と診断し、ロックアウト※状態になります。



※ロックアウト：出力をオフの状態で保持する。

リスクアセスメントを支援する科学的分析手法について

生産現場において、作業者が機械設備を使用して、仕事をする状態をシステム（人間--機械システム）としてとらえ、システムの安全度を解析する科学的な手法として、よく知られているものに「FMEA」「FTA」「What-if」「HAZOP」などの手法があります。このような手法は、リスクを網羅するのに役立ち、特に化学工業などで、よく使われています。

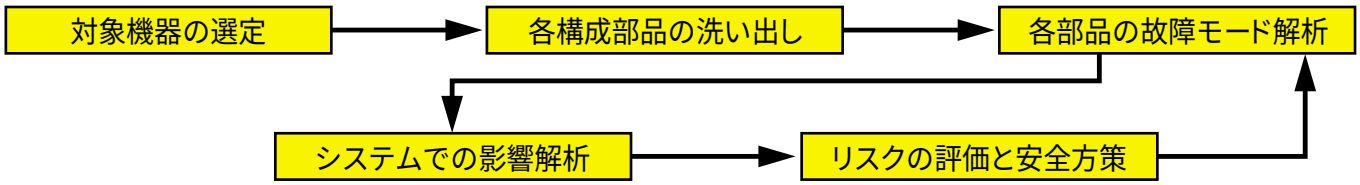
FMEA | FTA | What-if | HAZOP

●「FMEA」― Failure Mode Effect Analysis（故障影響解析）についてご紹介します。

FMEA解析とは

アセスメント(評価) する機械・機器を構成する部品に対し、想定される故障により、潜在するリスクを網羅します。その故障によって、全体のシステムへの影響を検討し、リスクを回避する方策を講ずるというものです。例えば、オムロン製のライトカーテン（形F3SN）は、FMEA解析により、素子の1つ1つにいたるまで故障モード影響解析を行っています。

※例えば基板に実装されている抵抗にクラックが入っても（絶縁）、逆に焼けても（短絡）F3SNという製品の動きは安全側に働くことを設計段階で確認している。

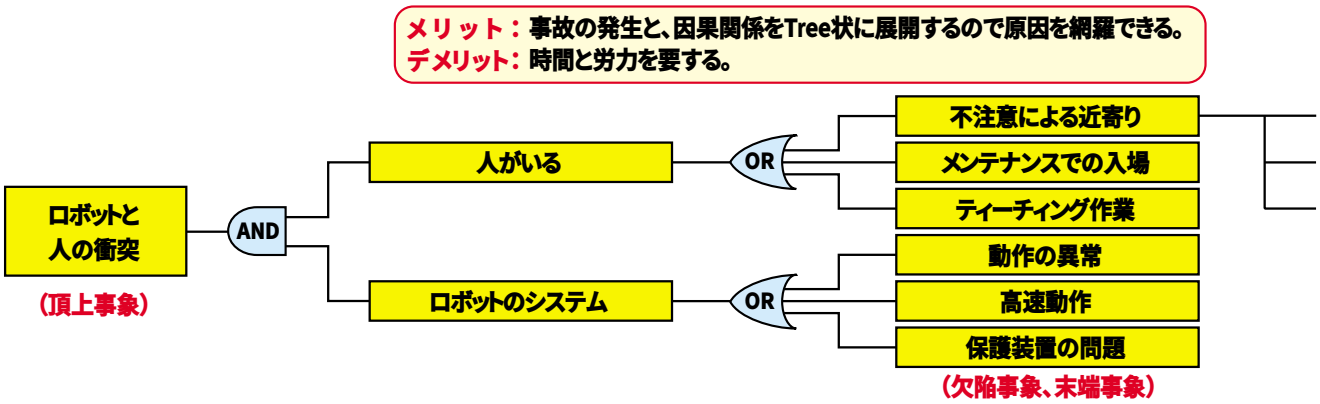


FMEA | **FTA** | What-if | HAZOP

●「FTA」― Fault Tree Analysis（故障の木解析）についてご紹介します。

FTA解析とは

想定される事故（ 例えば、ロボットが可動範囲内で、人と激突する)が発生する原因を洗い出し、さらにその原因の元になる要因を洗い出すというように、考えられる全ての要因と組み合わせを根本まで分析・解析して、その安全方策を導き出すことで、安全性の強化を図る手法を言う。事故の発生と、因果関係をTree状に展開するので原因を網羅できるが、時間と労力を要する。電気・電子、機械、原子力などの分野で広く使われています。



IPコード（International Protection）

IPコードとは、製品の保護構造を規定した
保護等級分類（IEC60529に準拠）です。

IP-□ □

固体異物の侵入の等級（0～6で表示）

水の侵入の等級（0～8で表示）

例) IP00:無保護
IP65:防塵耐久には優れているが、一時的な水中への浸水は不可能
IP67:防塵耐久に優れていて、また一時的な水中への浸水も可能!!

※保護構造について
評価試験はIEC60529の試験基準での評価結果に基づくものであり、防塵性・防水性が要求されるすべての環境下での防塵性・防水性を満足できるわけではありません。

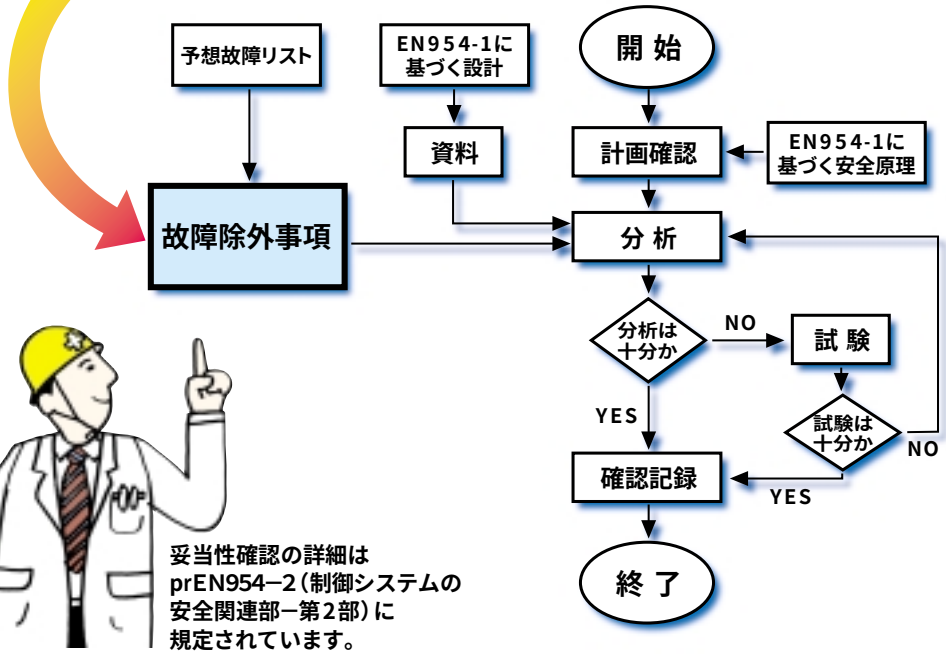
安全カテゴリー適合確認の「故障除外事項」について

EN1050（リスクアセスメントの原則）に基づき機械全体に付随して発生する危険のチェックと低減を図り、
EN954−1（制御システムの安全関連部）に基づいた安全カテゴリーが選定されます。
次に、機械の全体安全の中で安全関連部が要求事項に適合している事の確認を分析と試験により行います。
分析は、EN954−1に基づく設計基準と予想される故障リストにより行われますが、例えば、下記のような故障は、
「故障除外事項」の一例として除外されます。

① 直接開路動作機構を備えたセーフティスイッチのNC接点が開離しない
② 強制ガイド接点構造を備えたセーフティリレーのNC接点及びNO接点が同時に閉じた状態になる
③ ケーブルダクト等で確実に保護された固定ケーブルが外部衝撃により線間短絡を起こす
④ 接続部が絶縁チューブ等で確実にカバーされた隣接する端子間の短絡

つまり「セーフティコンポーネントを正しく使用すること等で故障除外事項と認識される」

妥当性確認の詳細は
prEN954−2（制御システムの
安全関連部−第2部）に
規定されています。



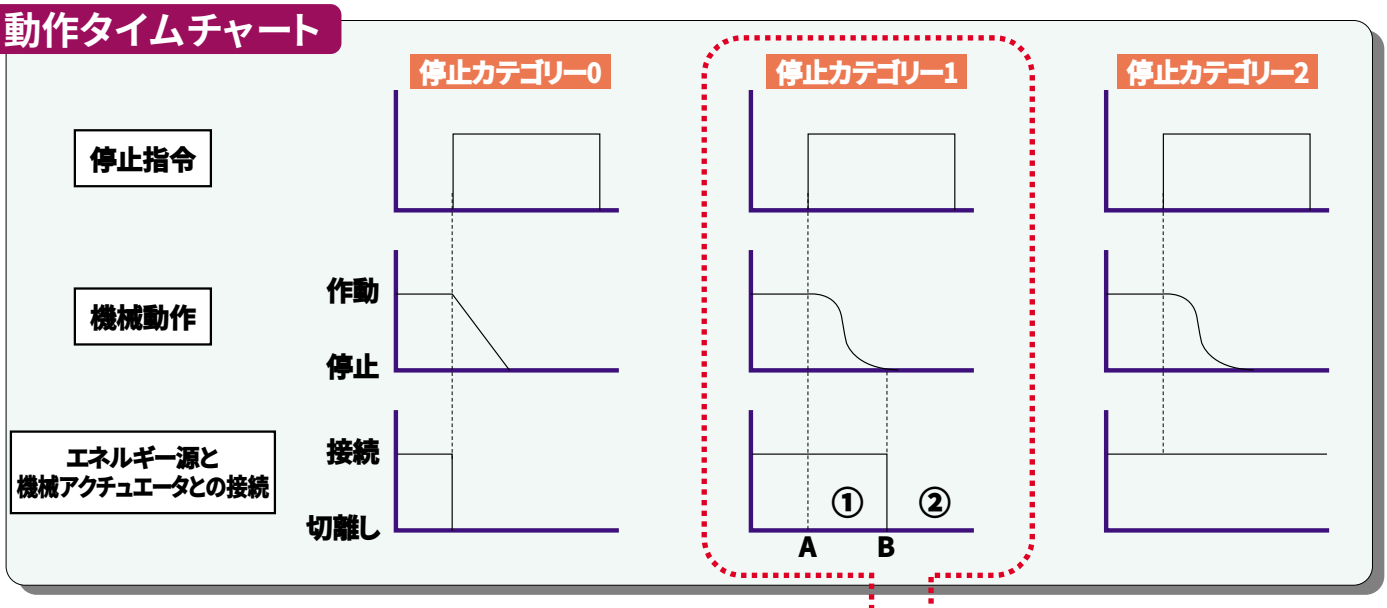
停止カテゴリー

停止カテゴリーとは、緊急時の機械動作の停止特性を規定した分類（IEC60204−1準拠）です。

分 類

停止カテゴリー0：機械アクチュエータの電源を直接遮断することによる停止（すなわち、**非制御停止**）
停止カテゴリー1：機械アクチュエータが停止するための電力は供給し、その後停止したときに電源を遮断する**制御停止**
停止カテゴリー2：機械アクチュエータに電力を供給したままにする**制御停止**
＊注 停止カテゴリー2は本質的に安全な状態ではありません。

動作タイムチャート



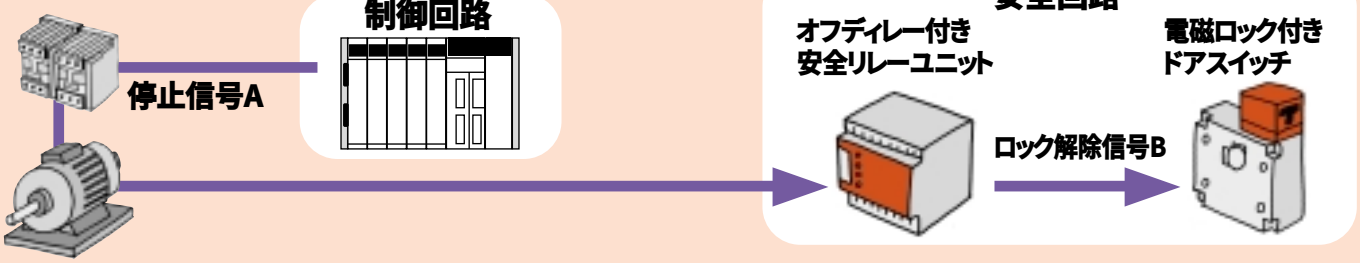
「停止カテゴリー1」を例題に【動作①②】、【信号A/B】を
イラストで安全対策をイメージしてみましょう。

【動作①②】

①機械が停止するまでドアは
ロックされ、開閉しない。

②オフディレー後 ロックは
解除され、ドアは開閉可能。

【信号A/B】



注）電磁ロックスイッチのロック開閉に限定したイメージ図です。
安全回路としての動作は省略しています。

● 非常停止の色、表示の色、操作の色について

		表示灯の色及びそれが意味する機械の状態		操作機器（操作部）の色の一般的な意味		一般原則	
色	意味	説　明	操作者の行動	説　明	適 用 例	人体又は環境の安全	工程の状　態
赤	非常事態	危険な状態	危険な状態に対処する即時行動	危険又は非常（緊急）の場合の動作	●非常（緊急）停止 ●非常（緊急）停止を伴う停止又はオフ ●非常（緊急）機能の開始	危険	非常（緊急）
黄	注意	異常事態 切迫した臨界状態	監視および（または）介入	異常な状態の場合の動作	●異常状態阻止のための介在 ●遮断された自動サイクル再始動のための手動介在	注意	異常
緑	正常	正常な状態	任　意	安全な状態又は正常な状態の動作	●始動／オン用操作機器（操作部）に使用する最も適切な色は白であるが、緑でもよい。	安全	正常
青	強制	操作者の行動を要求する状態を表示	必要な行動	動作を必要とする状態	●リセット機能	強制的な意味	
白	中性	その他の状態 赤・黄・緑・青を使用するのに疑義のある場合	監　視	機能の開始	●非常（緊急）停止以外のどの機能に使用してもよい。		

非常停止押ボタン色への要求事項

非常停止スイッチであることを銘記
EN418, ISO13850,
JIS B 9703 より引用

● 最小検出物体（MOS）と安全距離（MOS40超えの違い）について

セーフティライトカーテンを正しく使うときは安全距離の正しい計算が必要です。安全距離が不足していると危険源が停止する前に人が危険源にふれて災害を引き起こす可能性があります。 セーフティライトカーテンの安全距離は最小検出物体（MOS）のサイズにより、安全検出距離の計算方法が異なりますので、注意が必要です。

最小検出物体直径が40mm以下の場合

$$S=2{,}000\text{mm/s}\times(Tm+Ts)+8\times(d-14\text{mm})$$

〔 計算例 〕

Tm=0.005s,Ts=0.01s,d=40mmの場合

S ＝2,000mm/s×(0.05s+0.01s)+8×(40-14)
　＝2,000mm/s×0.06s+208mm
　＝120mm+208mm＝**328mm**

上記条件において、MOS=14mmの場合、S=120mmとなります。

注意:[最小検出物体] ≠ [光軸ピッチ]です。
安全距離に影響するのは最小検出物体となりますので、ご注意ください。

最小検出物体直径が40mmより大きい場合

$$S=1{,}600\text{mm/s}\times(Tm+Ts)+850\text{mm}$$

〔 計算例 〕

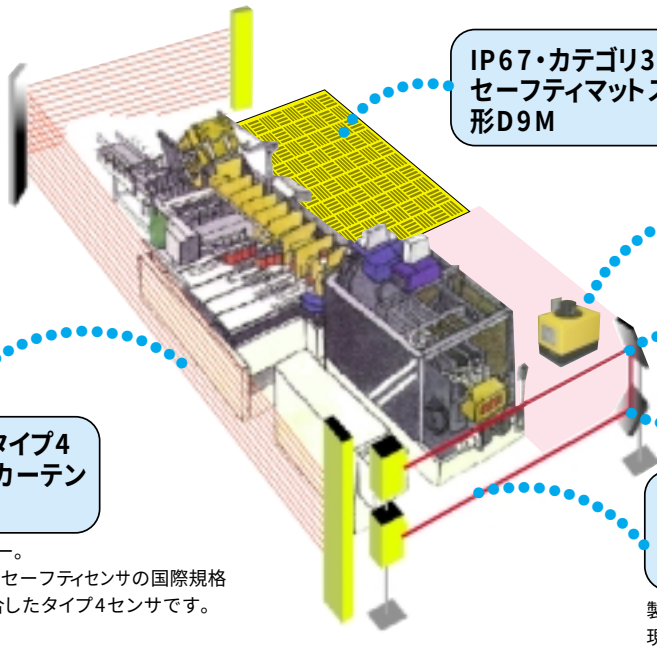
Tm=0.005s,Ts=0.01s,d=40mmより大きいセンサの場合

S ＝1,600mm/s×(0.05s+0.01s)＋850mm
　＝1,600mm/s×0.06s+850mm
　＝96mm+850mm＝**946mm**

S ＝安全距離
Tm＝機械の応答速度（機械が止まるまでの時間）
Ts ＝センサの応答速度
d ＝センサの最小検出物体の大きさ

参照規格:欧州規格EN999

● 人体検出用途への安全対策…長距離センサとマットスイッチの活用



IP67・カテゴリ3 セーフティマットスイッチ 形D9M

作業者の存在を検知するマット式安全装置。
マットは保護構造IP67。
安全カテゴリー3の危険領域に対応。

タイプ3 セーフティレーザスキャナ 形F3G-C

半径6m、300 の範囲内で任意の検知範囲設定が可能。
安全カテゴリー3の危険領域に対応。

ミラーによる反射で危険エリアをカバー

検出距離20m・タイプ4 セーフティライトカーテン 形F3SL

大型機械をまるごとカバー。
20mの検出距離を実現。セーフティセンサの国際規格IEC61496-1、-2に適合したタイプ4センサです。

検出距離60m・タイプ4 シングルビームセーフティセンサ 形F3SS

製造ラインを一気にカバーする60mの検出距離を実現。
現場のリクエストにお応えします。

●『作業者の侵入検知／存在検知』の考え方

安全の基本は大きく2つ

1.安全が確認されるまで、機械・設備を起動しない
2.安全が確認されない（危険を検出）とき、機械を停止。

『侵入検知』、『存在検知』

侵入／存在検知においてはさまざまな規格／ガイドラインで要求があります。その規格の要求事項を満たすためには危険を排除するための安全方策を行う必要があります。

安全方策を実現するには!?

安全規格の要求事項に対して、設置環境に適したセーフティコンポの使用によって、安全方策を実現することができます。

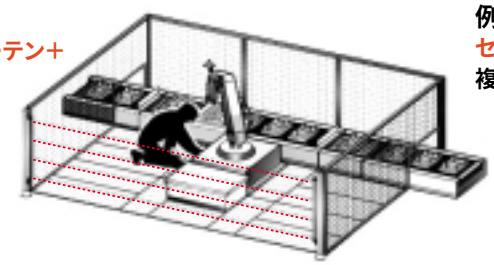
厚生労働省基発「機械の包括的安全基準に関する指針」

別表第2 3項(2) ウ
労働者が作業をおこなうため開口部を通って安全防護領域内に全身を入れることが可能であれば、当該安全防護領域内の労働者を検知する装置を設けること。

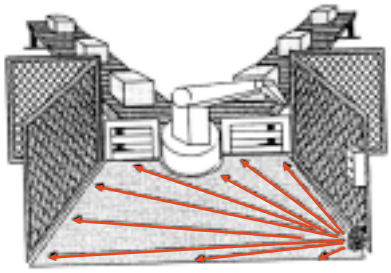
米国ロボット関連安全規格 ANSI/RIA R15.06-1999

10.4.7 起動及び再起動
要員が安全防護領域内に要る場合、要員は、ロボット/ロボットシステムの不用意な起動/再起動から保護されなければならない。（中略）安全防護領域を明確に視認してセルの起動及び再起動ができない場合、見通せない位置の要員を検出する方法が要求される。望ましい方法は自動的検出である。（後略）

例1）
セーフティライトカーテン+
セーフティマット



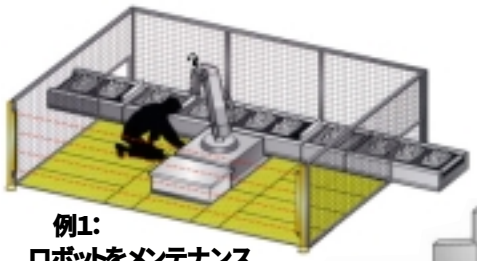
例2）
セーフティレーザスキャナ
複雑なエリアも検知



● セーフティコンポによる人体存在検知例

なぜ、人体の存在検知が必要なのか?
……作業者が装置の陰に隠れてしまうと、誤って別の作業者が装置を起動させてしまう危険性があります。
そこで、人体の存在検知を装置にて対策を講じる必要があるのです。

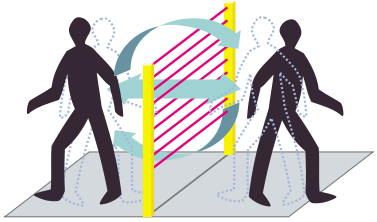
セーフティライトカーテンやセーフティードアスイッチを単体だけ使用するだけでは、危険領域への侵入（安全扉を開けて装置作業エリアへの侵入、飛び越え、くぐり抜け）は検出できますが、通り過ぎたのか、引き返したのか、装置内部の作業エリア（危険領域）から脱出したのか方向の判別ができません。
セーフティマット単体では、荷重がかからないと検出できないため、例えば飛び越えの場合では着地後に検出するため、危険領域への接近検知ができません。



例1:
ロボットをメンテナンスするのに影に隠れて見えない場合

例2:
大型の装置内に入ってメンテンナンスするためにツールの影に隠れて扉を閉められてしまった場合

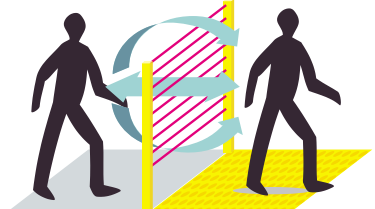
通過後の行動が不明



セーフティライトカーテンのみ

飛び越えによる
危険源への接近が検出できない

セーフティマットのみ



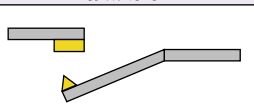
セーフティライトカーテン+セーフティマット

セーフティライトカーテン／セーフティースイッチとセーフティマットを組み合わせることにより、
人の危険領域への侵入および存在の検出が出来る様になります。

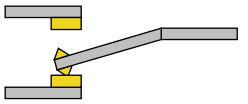
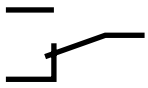
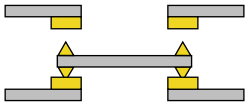
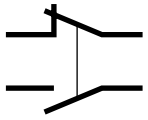
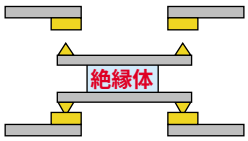
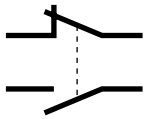
● 電気用図記号について

電気用図記号に関してはEN60617で規定され、現在はIEC60617及びJIS C 0617とも整合されています。
そのため、設計に際してはこれらの図記号規定に従う必要があります。
以下に、接点構成とそれに対応する図記号などをご説明します。

■1NCもしくは1NO接点を表す接点素子

接点図	接点記号	接点形式	補足説明
	NO接点 	NO接点 A	2端子シングルギャップ接点素子という名称で定義されています。 強制ガイド接点構造を持つセーフティリレーなどはこの接点を使用しています。
		NC接点 B	
	NC接点 （共通）	NO接点 X	2端子ダブルギャップ接点素子という名称で定義されています。 2端子双断形とも呼ばれています。直接開路動作機構を持つ非常停止スイッチなどは、この形式Yの接点を使用しています。
		NC接点 Y	

■1NC／1NO接点を表す接点素子

接点図	接点記号	接点形式	補足説明
		C	3端子シングルギャップ切換接点素子という名称で定義されています。 双投形とも呼ばれています。一般リレーやマイクロスイッチなどの多くはこの接点を使用しています。
		Za	4端子ダブルギャップ切換接点素子という名称で定義されています。 4端子双断形とも呼ばれています。また、この接点は同極性となります。 そのため、異極または異種電源接続の使用は不可能です。
		Zb	形式Zaと同様、4端子ダブルギャップ切換接点素子という名称で定義されています。また、2個の可動接点は電気的に分離されているので、異極または異種電源接続の使用は可能です。直接開路動作機構を持つセーフティドアスイッチやセーフティリミットスイッチの多くはこの接点を使用しています。

● コンジット口（くち）について

★コンジット口（くち）

セーフティリミットスイッチ及びセーフティドアスイッチなどのケーブル配線接続口のことをコンジット口(導管口)と呼びます。ケーブル内部配線施行後にこのコンジット口をシールすることによりスイッチのシール性を保ちます。

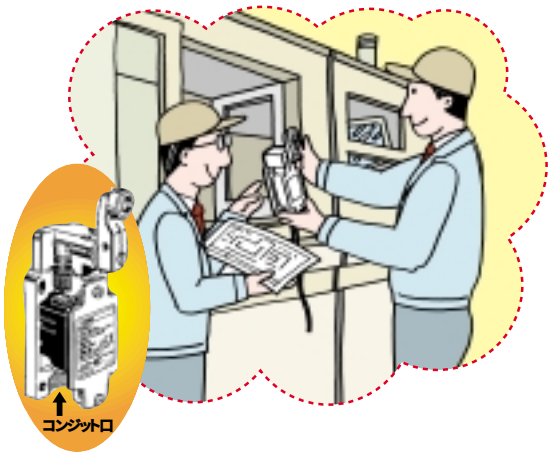
★コンジットサイズ

配線接続口は、ネジ部の寸法が各国の国内規格にもとづくため右記4種類がシリーズ化されていますので、日本より欧米に輸出する際はそれぞれのネジ仕様に合ったコンジット口を使用しませんと、勘合具合が悪く規定のシール性を確保出来ませんのでご注意下さい。

注:欧州においては、最近の傾向としてM20のようにISO規格にもとづいたメートルネジへの移行が進んでいます。

★コンジット口の配線処理

コンジット口は、推奨接続ケーブルを使用すると共に、推奨コネクタ及び推奨締め付けトルクをカタログに記載しております。規定のシール性を確保するために推奨コネクタを推奨締め付けトルクで配線処理をお願いします。



- G1/2めねじ仕様　：日本国内向け
- 1/2-14NPTめねじ仕様：米国向け
- PG13.5めねじ仕様　：欧州向け
- M20めねじ仕様　：欧州向け

● 安全スイッチ、リレーは壊れない部品ではなく、故障除外が可能な部品です。

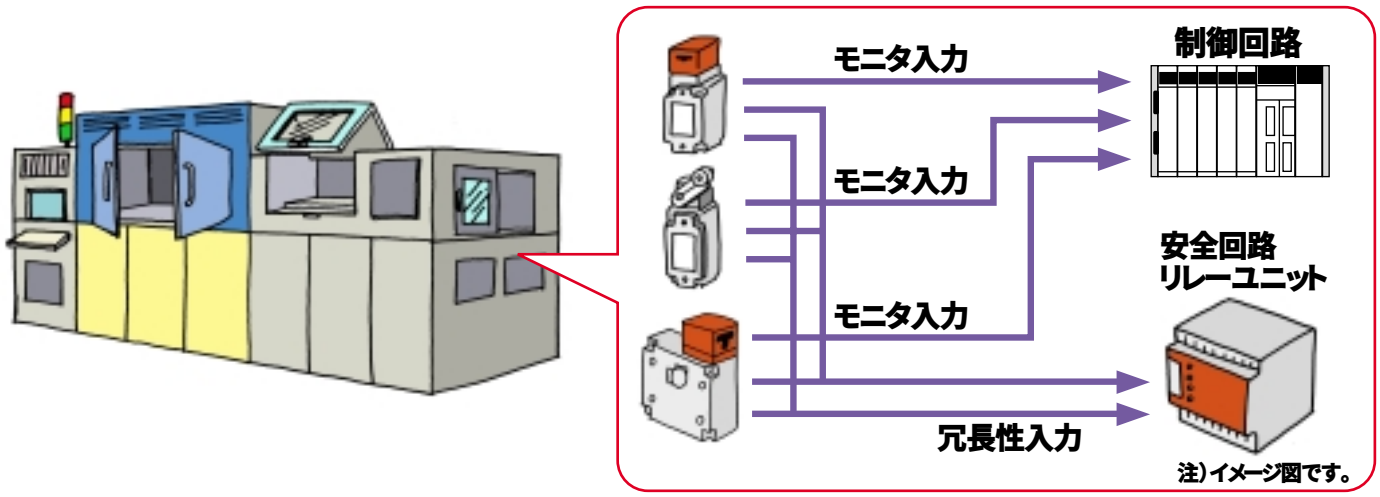
安全スイッチおよびリレーは SAFETY INFORMATION 18号 で「故障除外事項」として説明しました。
しかし、全ての条件において壊れないという事ではありません。具体的な故障（不具合）事項については EN954-2,ISO13849-2を参照ください。参考までに、スイッチおよびリレーについて下表に示します。

適用部品	検討すべき不具合	不具合の除外	解　説
スイッチ	接点が閉じない	なし	接点が閉じない場合、その影響を考慮して設計する。
	接点が開かない	IEC60947-5-1の付属書Kに準拠する接点は開くものと考えられる	——
	互いに絶縁されている隣接接点間の短絡	スイッチの短絡はIEC60947-5-1に従って除外することができる ＊緩んだ導電部が接点間の絶縁を橋絡するようなことがあってはならない。	——
リレー	接点が閉じない	なし	接点が閉じない場合、その影響を考慮して設計する。
	接点が開かない	なし	接点が開かない場合、その影響を考慮して設計する。
	通常開いている接点および通常閉じている接点の同時閉鎖	同時閉鎖はEN50205の強制ガイド機構に従って除外することができる	——

＊IEC60947-5-1の付属書Kは強制開離接点について規定されたものです。

● 複数の扉のある装置で、どこの扉が開いているのかわからなくてお困りになった事はありませんか？

多接点のSWを活用することにより、どこの扉が開いたままになっているのかを把握する事ができます。安全回路を構築すると同時に制御側へのモニタ信号を出力できます。つまり、安全においても現在の状態が制御側で把握できるのです。



Q PLCで非常停止回路を構成して良いですか？

A 国際規格（ISO12100）、JIS規格などに照らし合わせるとお勧めできません。

PLCでの安全回路を構築できない理由として下記のようなことがあります。

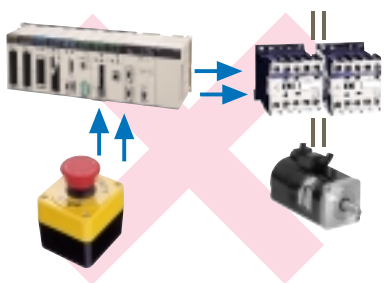
- ●PLCの故障による異常時に出力することがある（出力リレーの溶着や出力トランジスタの破損など）
- ●外部要因による異常時に出力することがある（信号線の断線、瞬時停電による異常動作）

PLCは故障・異常時において、確実に電源遮断ができるか不確定である。

※PLCマニュアルの警告文章として記載されています。

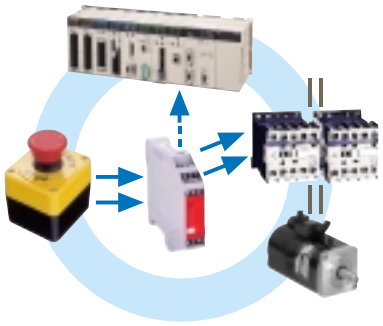
プログラマブルコントローラ（PLC）の故障や外部要因による異常が発生した場合も、システム全体が安全側に働くように、PCの外部で安全対策を施してください。異常動作により、重大な事故につながる恐れがあります。

■ 非常停止用押ボタンスイッチ→PLC



非常停止用押ボタンスイッチを直接PLCに入力し、PLCからの信号で電源を遮断する。

■ 非常停止用押ボタンスイッチ→セーフティリレーユニット

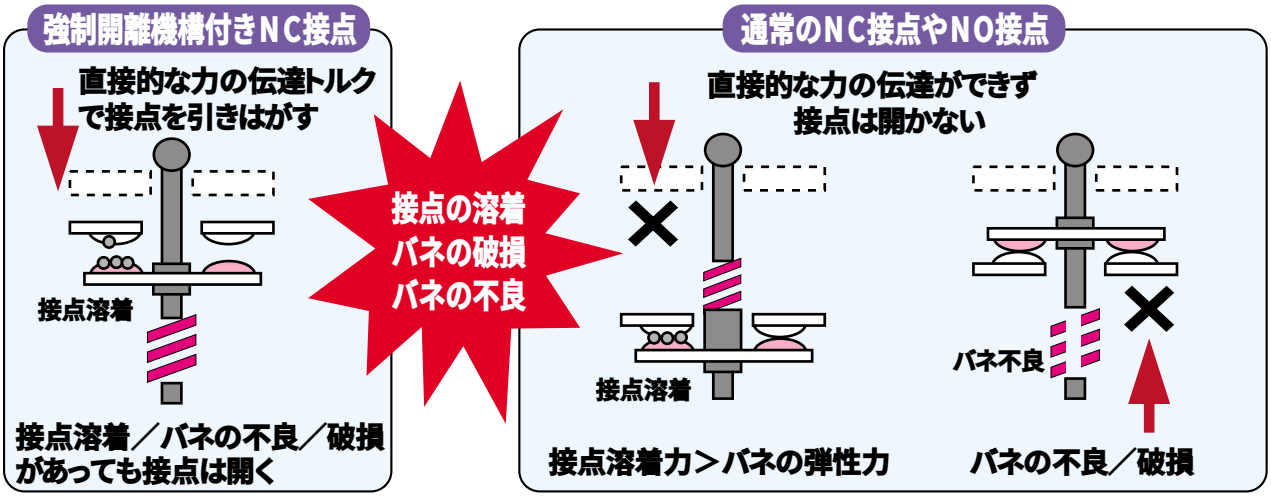


PLCの制御と独立して安全回路を構築し、安全回路からの信号で電源を遮断する。

PLCでは安全確立で重要な「非対称故障特性」の構築が出来ません。
確実な安全回路を構築するためには、PLC外部にセーフティリレーユニットなどを使用することが必要です。

Q セーフティスイッチと一般スイッチはどう違うのか？

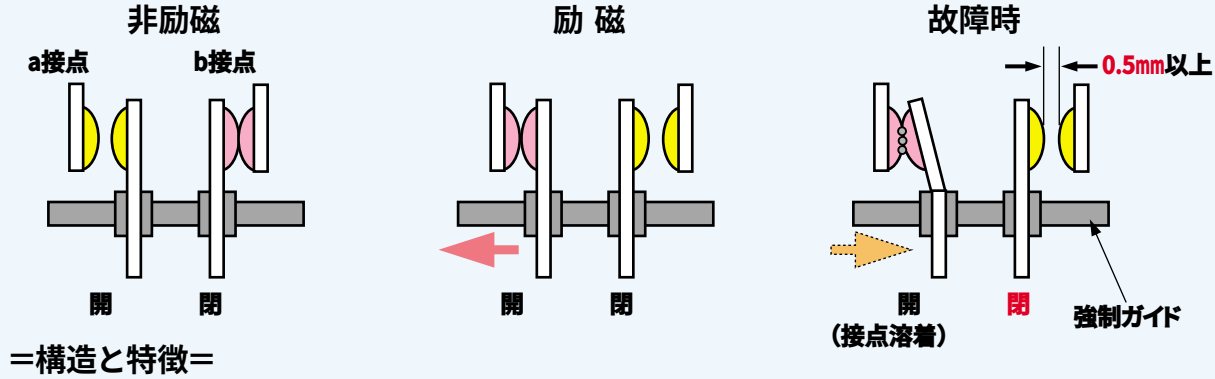
A セーフティのスイッチには強制開離機構があり、もし接点が溶着した場合でも強制的に接点を引きはがす構造を持ちます。
このような機構によりセーフティスイッチは故障時も安全側に動作します。



強制開離機構が内蔵されたセーフティ商品としては、リミットスイッチ、ドアスイッチ、非常停止スイッチなどがあります。

Q セーフティリレーと一般リレーはどう違うのか？

A 強制ガイド接点機構があるリレーを『セーフティリレー』と呼び、故障した場合に接点の動きが決まっているリレーです。名称にセーフティがつくと故障しないと思われがちですがそうではありません。
大きな特徴としては、一般リレーより接点溶着時にも安全を機能として確保する回路を組むことが可能なリレーをいいます。オムロン商品ではセーフティリレー「G7S」「G7SA」がこのような強制ガイド機構をもっています。



＝構造と特徴＝

a側の接点が溶着した場合にはb側の接点が0.5mm以上の接点間隔を持った状態となります（逆の場合も同様です）。この機能を利用して、接点の状態を監視することができます。

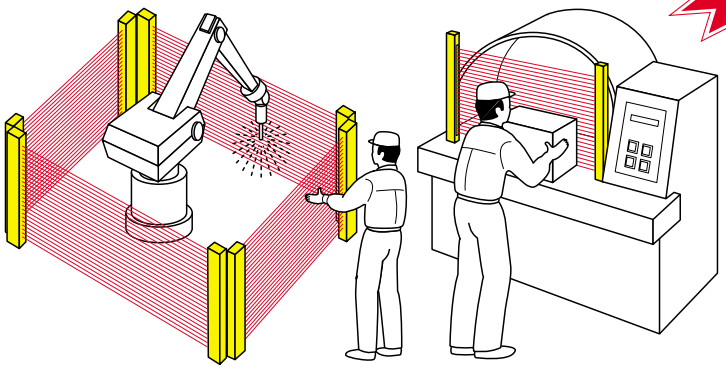
＝関連規格＝

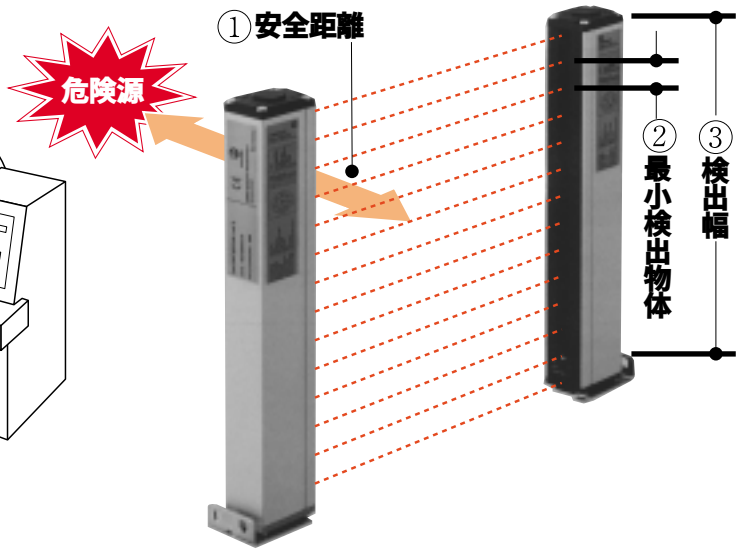
EN50205　接点の強制ガイド機構付きリレー

安全を目的として使用される制御回路内リレーに適用し、a接点とb接点が同時に動作状態にならないように強制ガイド機構を備えた自己監視リレーに関する規格です。

Q ライトカーテンの設置基準は万全ですか？

A





※安全距離とは、人体や物体が機械の危険部に到達する前に危険部を停止させるため、形F3SN-Aと危険部が最低限離されなければならない距離のことです。

■人体がセーフティライトカーテンの検出領域に対して垂直に侵入する場合、安全距離は次に示す考え方によって計算されます。

安全距離（S）＝検出領域への侵入速度（K）
×機械とセンサの合計応答時間（T）
＋センサの最小検出物体直径から
計算される追加距離（C）……（1）式

安全距離は各国の規格や機械の個別規格によって異なります。また侵入方向がセンサの検出領域に対して垂直ではない場合は計算式が異なります。必ず関連規格を参照してください。

【参 考】EN999で規定される安全距離の計算法
（検出領域へ垂直に侵入する場合）

・セーフティライトカーテン形F3SN-Aの場合

上記の（1）式に対し、K＝2,000mm/s、C＝8（d-14mm）として次のように計算します。

S＝2,000mm×（Tm＋Ts）＋8（d-14mm）……（2）式

ここで、S＝安全距離（mm）
Tm＝機械の応答時間（s）＊1
Ts＝センサの応答時間（s）＊2
d＝センサの最小検出物体直径（mm）
- **d≦40の場合：指や手の検出**
- **40＜d≦70の場合：人体の検出に使用されます。**

※KおよびCの値が異なります。

〈計算例〉
Tm＝0.05s、Ts＝0.02s、d＝14mmのとき
S＝2,000mm/s×（0.05s＋0.02s）＋8（14mm－14mm）
＝140mm

＊1. 機械の応答時間とは、機械が停止信号を受信してから、機械の危険部が停止するまでの時間です。機械の応答時間は実機によって測定してください。また、機械の応答時間に変化がないかどうか、定期的に確認してください。
＊2. セーフティライトカーテンの応答時間は、ON→OFFへの応答時間です。また、コントローラを使用する場合、コントローラの応答時間を左記、形F3SNの応答時間に加算して安全距離を算出してください。

① 安全性の配慮

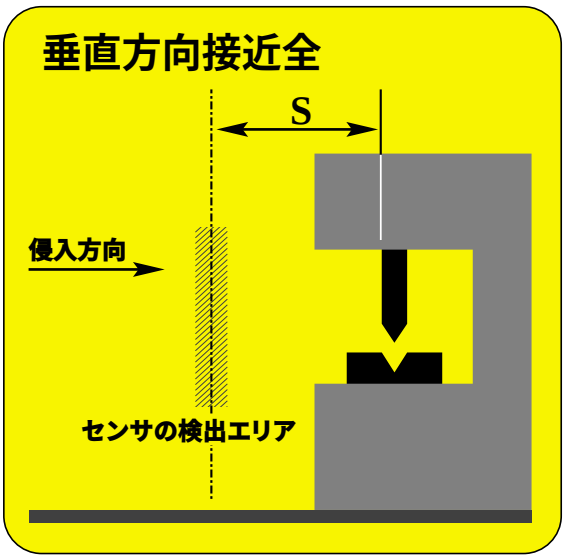
リスクアセスメントをし、その危険源に対して安全距離を考えた設置場所を決定します。

② 最小検出物体の特定

光軸ピッチではなく、安全距離に合わせて最小検出物体を選定します。

③ 危険領域への設置

装置の危険領域に合わせて、最適な長さ（検出幅）のエリアセンサを設置します。



Q 欧州に装置を輸出するのですが、両手操作機器の規格はあるのでしょうか？

A EN574（両手操作機器）タイプⅠ、Ⅱ、ⅢA、ⅢB、ⅢCがあります。
両手操作機器の種類並びに最低限の安全要求事項は下表の通りです。

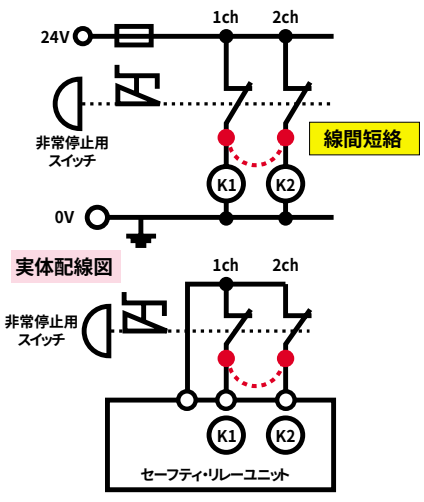
必要条件	タイプ				
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ		
			A	B	C
両手の使用（同時起動）	○	○	○	○	○
入力信号と出力信号の関係	○	○	○	○	○
出力信号の停止	○	○	○	○	○
偶発的操作の防止	○	○	○	○	○
機能障害の防止	○	○	○	○	○
出力信号の再起動		○	○	○	○
同期起動			○	○	○
カテゴリー1の使用	○		○		
カテゴリー3の使用		○		○	
カテゴリー4の使用					○

Q プラスコモン入力とインバース入力はどう違うのですか？

A インバース入力は多様性を用いた方式で、入力ケーブル間の線間短絡故障を検知することができるため、接点出力の機器（ドアスイッチ等の）を接続する場合に選定します。
プラスコモン入力は、主に半導体出力の機器（セーフティ・ライトカーテン等）を接続する場合に選定します。入力ケーブル間の線間短絡故障の検知は、半導体出力の自己診断機能により行います。

プラスコモン入力

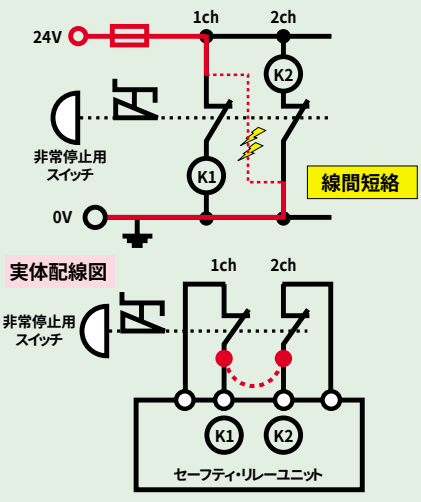
セーフティ・リレーユニットの入力として、2入力の両方を内蔵リレーのプラス側に接続する入力方式です。



2つの入力のケーブル間に線間短絡が発生した場合、この故障を検知することができません。

インバース入力

セーフティ・リレーユニットの入力として、2入力のうち1入力を1つの内蔵リレーのプラス側、もう1入力をもう1つの内蔵リレーのマイナス側に接続する入力方式です。



2つの入力のケーブル間に線間短絡が発生した場合、電源トリップ（ヒューズ等）により短絡故障を検知します。

※K1,K2:セーフティ・リレーユニット内蔵のセーフティ・リレー
オムロンはどちらのセーフティ・リレーユニットも品揃えしております。アプリケーションに応じてご選定下さい。
形G9SAはプラスコモン入力、インバース入力のどちらにも対応できます。
形G9SB選定時は入力機器（接点出力、半導体出力）に応じて最適な形式をお選び下さい。

Q フランス向けに機械を輸出する場合の「リスクアセスメント」に関する規格と内容について知りたい。

A

第三者認定機関（EU公認）への相談／認定を前提として
①欧州向け機械のリスクアセスメントには、基本的リスクアセスメントEN1050使用し第三者認定機関に、下記内容の18の質問事項に対して、文章で回答する必要があります。
②また、安全カテゴリーを決定するために、EN954−1第6項の安全カテゴリ査定テーブルを参照してカテゴリを算出します。

◆上記規格はEN1050（JIS B 9702）、EN954−1（JIS B 9705-1）とそれぞれJIS化されています。
◆詳細については、オムロンのセーフティコンポーネントユーザーズガイドをご参照ください。

EN1050（JIS B 9702）

1. 機械にはさまれたり、巻き込まれるようなことはないか
2. 感電のおそれはないか
3. やけど、火災、爆発の起こるような熱源はないか
4. 騒音ストレスを生じることはないか
5. 人に障害を与えるような放射源はないか
6. 振動が原因で危険な状態が起こることはないか
7. 機械で扱う材料や物質は危険でないか
8. オペレータは扱いやすい機械になっているか
9. 小さな危険が組み合わさって、大きな事故につながることはないか
10. 制御システムの不具合で危険な状態を生じることはないか
11. 機械が停止できないようなことはないか
12. 動力源が故障して危険な状態を生じることはないか
13. 電気回路の故障で危険な状態が起こることはないか
14. 部品の取り付け間違いで危険状況は起らないか
15. 機械の運転中に部品が壊れ、危険な状況は生じることはないか
16. 機械が危険物を放射することはないか
17. 機械が安定性を失うことはないか
18. 人がつまづいたり、滑ったり、落下するようなことはないか

Q 「無効化」について教えてください。

A

無効化とは安全装置を作業者が故意に無効にすることを言います。
「機械を少しでも止めたくない」という意識が労働災害を起こさせます。
これは特にベテランの作業者に多く、結果として保守員の生活だけでなく企業経営にも大きく影響します。

★ 無効化の対策

安全対策を無効化できないように設計することが経営責任です。
停止原因への対策をすることにつながり、結果として生産性も上がり、トータルのコスト減にもつながるということがデータでも証明されています。　→セーフティコンポが必要とされる理由の一つです。

リミットスイッチをゴム等により固定し、無効化。

非接触マグネットスイッチをマグネットにより固定し、無効化。

■セーフティドアスイッチ　無効化できないキーです。

労働災害率を表す指標について

労働災害率を表す指標に、次のものがあります。

1. 年千人率

労働者千人あたり、一年間に発生する死傷者数（4日以上／件の休業のもの を対象）を言います。
労働災害数は労働時間に比例しておきるので、時間的に正確な発生率を示す時は不適当です。

$$年千人率 = \frac{年間死傷者数}{年間平均労働者数} \times 1{,}000$$

※H12年度、全産業平均が、2.8 、製造業平均が、3.6でした。

2.度数率

労働時間100万時間あたりに発生する死傷者数を示すもので、労働災害の頻度を表します。

$$度数率 = \frac{死傷者数}{延労働時間数} \times 1{,}000{,}000$$

※H14年度、全産業平均が、1.77 、製造業平均が、0.98 でした。

3.強度率

労働時間 1,000時間あたりの災害によって失われる労働損失日数であり、災害の重さの程度をあらわします。
死亡・永久労働不能の場合は、7,500日、後遺症が残る場合は身体障害等級によりそれぞれ日数が定められています。

$$強度率 = \frac{労働損失日数}{延労働時間数} \times 1{,}000$$

※H14年度、全産業で、0.12 、製造業平均も、0.12でした。

労働安全はソフト中心に加えてハードの強化へ。

職場の安全の国際的な潮流の中で、我国の従来のソフト(人的)中心の安全対策に加えて、ハード(設備の安全化)の強化がはかられています。 厚生労働省の「労働安全衛生マネージメントシステム」も「機械の包括的な安全基準に関する指針」も、この方向を色濃く打ち出しています。「人はミスをする」「機械は故障をする」という考えが根底にあります。

ソフトの対策

- 安全教育、OJT
- 作業標準、作業手順書、安全衛生基準
- 作業主任者と管理
- 安全活動
  （KY活動、小集団活動、5Sなど）

＋

ハードの対策

- リスクアセスメント
- 機械の本質的な安全設計
- 安全防護策
- フールプルーフ
- フェールセーフ

ハードとソフトの両面の対策が不可欠です！

フールプルーフ

人のミスを防ぐハードの対策です。

……突起物を無くす、動きを制限する、柵、ガード（ドアスイッチ、ライトカーテン等）、マットスイッチ、保護具（ヘルメット、保護手袋等）の装着、危険箇所への警告表示（ブザー、ラベル）など

フェールセーフ

機械のミスを防ぐハードの対策です。

……直接開路(強制開離)機構のドアスイッチや非常停止スイッチ、強制ガイド機構のセーフティリレー、安全規格認定のセーフティセンサやマットスイッチなど

トータルで考える

安全スイッチをつけただけでは「安全」とは言えません。
設備システム全体での安全性や
回路の使い方が正しく行われていることが不可欠です。
・・・・・誤解が数多くあります。

我々は、安全は空気のようにその存在を忘れがちです。しかし、労働災害が発生した時、本人や家族の不幸は勿論、会社にとっても、その損害は計り知れません。

日頃の「安全方策」が、最も簡単でかつ投資効果も高く、全てに優先すべきものだと考えます。安全は、中期的に生産性向上につながります。

- 労災時の本人、家族の苦労・安全の投資効果は、2.7倍
- 労災保険の掛け金は、±40%
- 労災発生時の対策費用の膨大さ
- 企業の社会的責任、社会的評価・PL訴訟、民事訴訟などの対価
- その他

OHSMS認証取得情報

セーフティリレー製造工場であるオムロン武雄（株）（佐賀県武雄市）は、労働安全衛生マネジメントシステム「JACO安全衛生規格」の認証を取得しました。オムロングループでの労働安全衛生マネジメントシステムの認証取得は、オムロン（株）綾部事業所（京都府綾部市）に次いで2番目です。

★ オムロン武雄:労働安全衛生に関する経営姿勢

「人にやさしく、安全と衛生に配慮した快適職場を実現する。」

労働安全の九州地区モデル工場を目指します。

オムロン武雄では、セーフティコンポーネントを生産する工場として、「Q・C・D・E・S」を満足することは、最低限の条件と考えています。

注）JACO OHSMS規格

BS8800とISO14001規格とを参考にして作成された認証用プライベート規格であり、その要求事項内容はISO14001規格との類似性がきわめて高いといえます。
また、1999年4月にBSIより発行された労働安全衛生マネジメントシステムのOHSAS18001規格とほとんど差はありません。

安全対策はペイできるか

――「安全対策の投資効果は、2.7倍」――
中災防調査研究部の発表（H12年）

中災防によると、1,368事業所を対象として、アンケートを行い、有効回答139事業所を分析した。
（平均常用労働者数732人）

・安全対策費用は、従業員1人当たり、35万円/年（安全対策費＋労災発生に関わる費用）
・安全投資効果は、従業員1人当たり、95万円/年（災害防止効果＋生産性向上等副次効果）

費用対効果は、全体として、2.7倍となっており、安全対策は、労働者のためだけでなく、経営的にもペイできることが、認められます。この数字を全国の労働者の人数に換算すると、膨大な効果が生まれることになります。詳しい内容については、中災防の有料情報サービスで情報提供が行われています。
（有料情報サービスについては、中災防ホームページ　http://www.jisha.or.jp をご参照下さい。）

ILOのOHSMSガイドライン案について

2000.10.16版として、労働安全マネジメントシステムガイドライン（案）が明らかになった。マネジメントシステムとしては、労働省指針や業界団体のガイドライン、OHSAS18000シリーズなどがあるが、ILOが具体化に向けて、各国からの意見聴取などを経て、2001.6月のILO理事会で承認の見込です。
条約や勧告ではなく、実施準則の予定です。内容としては、全ての産業・規模を対象、認証としない、労働者の参加、リスクアセスメントが必要となります。また「調達と契約の条項」として、新規設備の導入に対して、安全衛生の要求を満たすことが、記載されています。
（参考文献――中災防「働く人の2000年安全と健康」12月号より）